

CLIPPEDIMAGE= JP405082480A
PAT-NO: JP405082480A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05082480 A
TITLE: ENERGY BEAM LOCAL PROCESSING METHOD AND DEVICE
THEREOF

PUBN-DATE: April 2, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HARAICHI, SATOSHI

AZUMA, JUNZO

ITO, FUMIKAZU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP03241757

APPL-DATE: September 20, 1991

INT-CL (IPC): H01L021/302; C23F004/00 ; G03F001/08 ;
H01L021/027

US-CL-CURRENT: 204/298.36

ABSTRACT:

PURPOSE: To actualize the title modified energy beam local processing method and device thereof capable of easily controlling the reactivity.

CONSTITUTION: When e.g. an Al wiring layer 4 beneath the SiO₂ protective film 3 of an LSI is processed by the beam local etching step, a mixed gas of Cl₂ and SiCl₄ is used as an etching gas to be fed simultaneously with the ion beams 1 irradiation step. The side etching step in specific level can be intentionally performed at the Cl₂ mixing ratio of 20% while on the contrary, the side etching step can be prevented at the Cl₂ mixing ratio of 3%. At this time, either

electron beams or laser beams may be substituted for the ion beams 1. Through these procedures, the mixing ratio of a spontaneously reacting gas with the other processing gas can be controlled to be fed for performing the energy beam local etching step thereby enabling the beam local etching reactivity to be controlled easily and without fail.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-82480

(43)公開日 平成5年(1993)4月2日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302	D	7353-4M		
C 2 3 F 4/00	E	7179-4K		
	C	7179-4K		
G 0 3 F 1/08	T	7369-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 W
審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 9 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平3-241757

(22)出願日 平成3年(1991)9月20日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 原市 聡

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 東 淳三

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 伊藤 文和

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 弁理士 薄田 利幸 (外1名)

(54)【発明の名称】 エネルギービーム局所処理方法およびその装置

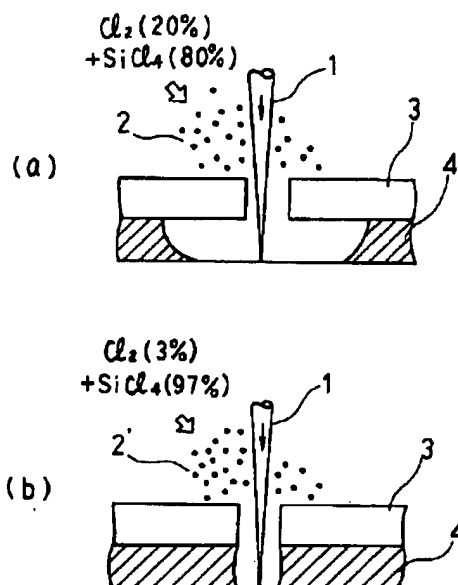
(57)【要約】

【目的】簡便に反応性を制御できる改良されたエネルギービーム局所処理方法とその装置とを実現することにある。

【構成】例えば、LSIのSiO₂保護膜3の下のAl配線層4を、ビーム局所エッチングにより加工する際に、イオンビーム1の照射と同時に供給するエッチングガスとして、Cl₂とSiCl₄の混合ガスを用いる。Cl₂混合比20%の時には特定量のサイドエッチングを意図的に発生でき、Cl₂混合比3%の時には逆にサイドエッチングを防止することができる。イオンビーム1に代えて電子ビームやレーザ光を用いてもよい。

【効果】本発明によれば、自発反応の生じるエッチングガスと他の処理ガスの混合比を制御して供給し、エネルギービーム局所エッチングを行うことができ、簡便かつ確実にビーム局所エッチング反応性を制御できる効果がある。

図 1



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】処理ガス雰囲気中でエネルギービームを試料に照射し、エネルギービームの照射部で局所的にエネルギービーム処理を行うエネルギービーム局所処理方法において、前記処理ガスとして混合ガスを用い、混合ガスの少なくとも一つの成分ガスを、試料の材質を自発的に、かつ等方的にエッチングする自発エッチングガスで構成して成るエネルギービーム局所処理方法。

【請求項2】請求項1記載のエネルギービーム局所処理方法において、上記処理ガスとして用いる混合ガスが複数のエッチングガスの混合ガスで、その内の少なくとも一つの成分ガスは上記自発エッチングガスで、他の成分ガスはエネルギービームの照射部のみで反応の生じるエッチングガスであり、前記自発エッチングガスの混合比を制御することにより、上記試料の被加工部のサイドエッチング量をゼロもしくは特定量に制御するように構成して成るエネルギービーム局所処理方法。

【請求項3】請求項1記載のエネルギービーム局所処理方法において、上記処理ガスとして用いる混合ガスは上記自発エッチングガスとCVDガスとの混合ガスからなり、上記自発エッチングガスの混合比を制御することにより、上記試料の被加工部のサイドエッチング量もしくはサイド堆積量を制御するように構成して成るエネルギービーム局所処理方法。

【請求項4】エネルギービーム源、集束光学系、ステージ、処理ガス供給手段、およびそれらを駆動する電源およびコントローラからなり、処理ガス雰囲気中でエネルギービームを試料に照射して、局所的にエネルギービーム処理を行うエネルギービーム局所処理装置において、前記処理ガス供給手段の少なくとも一部は試料の材質を自発的かつ等方的にエッチングする自発エッチガスと他の処理ガスとを混合して供給する手段であり、かつその供給手段とコントローラは前記自発エッチングガスの混合比を制御する機能を有して成るエネルギービーム局所処理装置。

【請求項5】請求項4記載のエネルギービーム局所処理装置において、上記処理ガスを混合して供給する手段は、上記自発エッチングガスとエネルギービームの照射部のみで反応の生じる他のエッチングガスとを混合して供給する手段で構成されて成るエネルギービーム局所処理装置。

【請求項6】請求項4記載のエネルギービーム局所処理装置において、処理ガスを混合して供給する手段は、上記自発エッチングガスとCVDガスとを混合して供給する手段で構成されて成るエネルギービーム局所処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は局所加工あるいは局所成膜技術に係り、特にエッチングガス雰囲気中でエネルギ

2

ービームを試料に照射し、照射部で化学反応を誘起させて局所的にエッチングを行う方法とそれを実施するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】イオンビームや電子ビームは $0.1\mu\text{m}$ 以下に集束が可能で、そのエネルギーを用いて微細加工や局所CVDを行うことができる。近年、集束エネルギービームを用いたフォトリソ修正装置やLSI配線修正装置の実用化研究が盛んに進められている。

【0003】集束エネルギービームの照射と同時にエッチングガスを試料表面に供給することにより、ビーム照射部で局所的に反応性エッチングを誘起し、高速高選択の微細加工が可能であることが知られている。なお、この種の装置に関連するものとしては、例えば、特開平1-129256号公報が挙げられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例に挙げたエネルギービーム局所エッチング装置では、エッチングガスとして単一種類のエッチングガスを用いるのが一般的であった。しかし、エッチングガスの中には被加工材質に対して自発的、かつ等法的に反応が進行し、側方へのサイドエッチングが避けられないガスがある。また、逆に通常のドライエッチングで高エネルギーのプラズマ状態で用いるエッチングガスをエネルギービーム局所エッチングに用いても、エッチングガス自身は分子状態でエネルギーが低く、エネルギービームの与えるエネルギー不足で、有効な反応が生じない場合が多い。すなわち、単一のエッチングガスでは反応が激しすぎたり、ほとんど反応が生じなかったり、精度良い高速加工は望めない。

【0005】例えばAlを加工する場合に、エッチングガスとして Cl_2 を用いると自発反応が激しく、大きなサイドエッチングが生じ、一方、エッチングガスとして SiCl_4 や BCl_3 を用いるとほとんど局所反応が生じず、単一で適当な反応を示すエッチングガスは見当らない。

【0006】したがって、本発明の目的は、上記従来の問題点を解消することにより、単一のエッチングガスでは反応が激しすぎたり、ほとんど反応が生じなかったり、適当なエネルギービーム局所エッチングが不可能である材質に対して、簡便に反応性を制御できる改良されたエネルギービーム局所処理方法とそれを実施するための装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的は、エッチングガスとして、反応が激しすぎ自発反応の生じるエッチングガスと反応性の低い他のエッチングガスとを混合したガスを用いて、エネルギービーム局所エッチングを行い、その際に混合ガスの混合比を任意の値に制御することにより達成される。

50

【0008】また、上記目的は、反応が激しすぎ自発反応の生じるエッチングガスとCVDガスとを混合したガスを用いて、エネルギービーム局所処理を行い、その際に混合ガスの混合比を任意の値に制御することによっても達成される。なお、CVDガスとは、周知の化学気相デポジションにより所定の物質を堆積させる際に用いるガスのことである。

【0009】

【作用】本発明者等は、被加工物と混合ガス組成について種々実験検討したところ、以下に例示するような知見を得た。すなわち、被加工材質A1に対して、エッチングガスとしてC1₂とSiC1₄の混合ガスを用い、C1₂の混合比と試料温度を変化させ、Gaイオンビームの照射部で局所エッチングを試みた。その結果を図2に示す。試料温度一定の場合、C1₂混合比の増加に伴い加工速度は増加し、また、ある混合比以上でサイドエッチングが発生し次第に増加する。すなわち、この図からサイドエッチングは、例えば、試料温度200℃の場合にはC1₂5%以上において発生していることが分かる。

【0010】また、混合比一定の場合には、試料温度の増加に伴い加工速度もサイドエッチ量も増加する。従ってC1₂混合比と試料温度の制御により反応性の制御が可能であることが理解できよう。例えば、C1₂混合比の小さい領域でサイドエッチングの生じない十分高速な加工を行うことができ、また、C1₂混合比が大きく試料温度の高い領域で意図的にサイドエッチングを発生させることもできる。

【0011】次に被加工材質A1に対して、処理ガスとしてC1₂とSi(OC₂H₅)₄の混合ガスを用い、C1₂の混合比と試料温度を変化させ、Gaイオンビームの照射部で局所処理を試みた結果を図3に示す。C1₂混合比の増加に伴いある混合比を境界として加工部側面はSi(OC₂H₅)₄の分解によるSiO₂の堆積からC1₂によるサイドエッチングに移行する。例えば、試料温度200℃の場合いにはC1₂10%以上においてSiO₂の堆積からサイドエッチングに移行していることが分かる。また、サイドエッチング量は試料温度が高いほど大きい。従ってC1₂混合比と試料温度の制御により、加工部側面へのSiO₂の堆積およびサイドエッチングの量、すなわち反応性を容易に制御できることが理解できよう。

【0012】これらの実験結果は、例えば、被加工材質をA1からSi、GaAsに代えても同様である。また、エネルギービームもGaイオンに限らず、その他周知のイオンビーム、電子ビームさらにはレーザービームの使用も可能である。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。以下の実施例は、エネルギービームとしてイオンビームを用いた場合を説明するが電子ビームを用いた場合も全く同様に実施することができる。

【0014】〈実施例1〉本発明の第1の実施例として、自発エッチングガスと他のエッチングガスの混合ガスを用いた例を説明する。図1にその原理を示す。作用の項で図2を用いて述べたように、自発エッチングガスと他のエッチングガスの混合比と試料温度により反応性の制御ができる。図1に示した例は、C1₂とSiC1₄の混合ガス雰囲気中でイオンビーム1を照射し、SiO₂絶縁層3を通してA1層4を加工した例である。このとき試料温度は200℃に固定し、図1(a)に示す様にC1₂混合比を20%にすると、特定のサイドエッチング量で(この場合約0.25μm/s)、側方に断線等のダメージが生じない範囲で意図的にサイドエッチング量を設定できる。また、図1(b)に示すようにC1₂混合比を3%にすると、サイドエッチングを発生させないで加工を行うことができる。以上の様に、自発エッチングガスであるC1₂の混合比を制御して、サイドエッチングを防止したり意図的に発生させたり、また発生させるサイドエッチングの量を設定できる。

【0015】次に、本実施例の装置の構成を図4に示す。図において、イオン源5から引き出し電極6により引き出したイオンビーム1は、前段集束レンズ7および後段集束レンズ11により、試料13上に集束する。このとき、イオンビームの電流はビームリミッティングアパーチャ8の開口径により制御する。そして、ブランキング電極9によりビームの軌道を曲げ、ブランキングアパーチャ10によりビームを遮断するが、これによりビームのオン、オフを制御している。また、デルレクタ電極12により集束イオンビームを偏向して、ビームを試料上の所望の領域に照射する。A1加工時には、ガスボンベ14aからC1₂をガスボンベ14bからSiC1₄を、それぞれバッファチャンバ15a、15bおよび流量制御バルブ17a、17bを介して設定した混合比で混合し、ガスノズル18aを通して試料13表面に供給する。このとき混合ガスの混合比はそれぞれのガスの流量比により制御するが、ガス流量はバッファチャンバ15a、15bの圧力と流量制御バルブ17a、17bコンダクタンスにより設定する。

【0016】また、別の被加工材質であるSiO₂絶縁層加工時に用いるエッチングガスXeF₂の供給系としてガスボンベ14c、バッファチャンバ15c、流量制御バルブ17c、ガスノズル18b、を設けてある。エッチングガスの供給と同時に、集束イオンビームを試料13に照射し、ビーム局所エッチングを行う。この際に反応生成物ディテクタ19により反応により生じる生成物を検出し、被加工材質のモニタやエッチング速度のモニタを行う。反応生成物ディテクタ19としては、質量分析器(四重極型、セクタ磁場型、等)や分光分析器(けい光検出器、光電子分光器、等)を用いればよい。加工中の試料温度はステージ20内に設けた熱電対21によりモニタし、ヒータ22および冷却管23により制御する。

【0017】次に、本実施例による加工方法の一例を図

5

5を用いて説明する。同図に示すように、LSIの2層配線31、33の重なり部で下層配線32を切断する例であるが、そのまま単純に加工したのでは下層配線加工時に飛び出す反応生成物やスパッタ原子が加工穴側壁に再付着し、上下配線が短絡不良を生じる恐れがある。そこで、本実施例により、A1加工時の反応性すなわちサイドエッチング量を制御できることを利用する。まず同図(a)に示す様にXeF₂ガス29を用いてSiO₂保護膜30を加工した後、同図(b)に示す様にC1₂(20%)とSiC1₄(80%)の混合ガス2を用いて、断線しない程度の適量のサイドエッチングを発生させて上層配線31を加工する。引き続き同図(c)に示す様にXeF₂ガス29を用いて層間絶縁膜32を加工した後、同図(d)に示す様にC1₂(3%)とSiC1₄(97%)の混合ガス2'を用いて、サイドエッチングを防止しつつ下層配線33を切断する。以上により、上層配線31のサイドエッチングにより上下配線の短絡を防止し、かつ上下それぞれの配線ダメージを最小限に抑えて加工を行うことができる。

【0018】〈実施例2〉本発明の第2の実施例として、自発エッチングガスとCVDガスの混合ガスを用いた例を説明する。作用で図3を用いて述べた様に、自発エッチングガスとCVDガスの混合比と試料温度により反応性の制御ができる。本実施例の装置構成は実施例1と全く同様であり、エッチングガスSiC1₄に代えて、SiO₂成膜用のCVDガスSi(OC₂H₅)₄を用いたものである。

【0019】本実施例により自発エッチングガスC1₂とCVDガスSi(OC₂H₅)₄の混合ガスを用いて、例えば図5の例と同様の切断加工を行った場合、同図(d)の段階において下層配線33の切断部側面にSiO₂膜を堆積でき、切断の信頼性を向上することができる。

【0020】〈実施例3〉本発明の第3の実施例として、自発エッチングガスと他のエッチングガスとの混合ガスを用いた加工と、金属膜CVDを連続して行う例を説明する。混合ガスの混合比と試料温度により、加工の際の反応性を制御する点は実施例1と同様である。本実施例の装置の構成を図6に示す。A1加工時には、ガスボンベ14aからC1₂を、ガスボンベ14bからSiC1₄を、それぞれマスクローコントローラ35a、35bにより設定した流量比(すなわち混合比)で混合し、ガスノズル18aを通して試料13表面に供給する。また、金属膜W成膜時に用いるCVDガスW(CO)₆の供給系としてガスボンベ14c、マスクローコントローラ35c、ガスノズル18bを設けてある。なお、W(CO)₆は昇華性の結晶であるため、CVDガス供給系全体を図示されないヒータにより加工中あるいは成膜中の試料温度は赤外温度計36によりモニタし、レーザ照射加熱部および冷却管23により制御する。ここで、レーザ照射加熱部はレーザ発振器37、対物レンズ38、および反射鏡39により構成している。以上のガス供給系、および試料温度制御系を除いた他の構

6

成要素とその機能は実施例1の装置と同様である。

【0021】次に、本実施例による局所処理方法の一例を図7を用いて説明する。同図に示す様に、LSIの2層配線31、33の重なり部で、下層配線33から金属膜CVDにより信号検出用パッドを引き出す例である。そのまま単純に上層配線31を通して下層配線33にコンタクトホールを形成し、金属膜を引き出したのでは、成膜した金属膜により上下配線が短絡してしまい、信号を取り出すことができない。そこで、まず同図(a)に示す様にイオンビームによるスパッタ加工を用いてSiO₂保護膜30を加工した後、同図(b)に示す様にC1₂(20%)とSiC1₄(80%)の混合ガス2を用いて、適量のサイドエッチングを発生させて上層配線31を加工する。引き続き同図(c)に示す様にスパッタ加工を用いて層間絶縁膜32を加工し、下層配線33を露出させ、同図(d)に示す様にW(CO)₆CVDガスを用いて、下層配線33から金属W膜を引き出し信号検出用パッド43を形成する。

【0022】以上により、上層配線のサイドエッチングを利用して、成膜して金属W膜の短絡を防止し、簡便にかつ確実に下層配線33からの信号検出用パッドを形成できる。また、この時、上層配線31の加工時と、W膜成膜時とで最適試料温度がことなるが、本実施例の装置を用いれば加熱用レーザのオン、オフにより速やかに試料温度制御を行うことができる。

【0023】

【発明の効果】本発明によりは、処理ガス雰囲気中でエネルギービームを照射し、ビーム局所処理特にビーム局所エッチングを行う際に、自発反応の生じるエッチングガスと他の処理ガスとの混合ガスを用い、混合ガスの混合比と被処理部の温度を任意に制御できるので、単一のエッチングガスでは反応が激し過ぎたりほとんど反応が生じなかったりで適当なビーム局所エッチングが不可能であった材質に対しても、簡便にエネルギービーム局所エッチングの反応性を制御できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の原理説明図。

【図2】本発明の達成手段の作用を示す説明図。

【図3】同じく本発明の達成手段の作用を示す説明図。

【図4】実施例1の装置の構成図。

【図5】実施例1の加工方法の一例を示す説明図。

【図6】実施例3の装置の構成図。

【図7】実施例3の加工方法の一例を示す説明図。

【符号の説明】

1…イオンビーム、 2、2'…C1₂とSiC1₄混合ガス、3…保護膜、
4…A1層、5…イオン源、
6…引き出し電極、7…前段集束レンズ、8…ビームリミッティングアパーチャ、 9…ブランキング電極、10…ブランキングアパーチャ、
11…後段集束レンズ、12…デフレクタ電

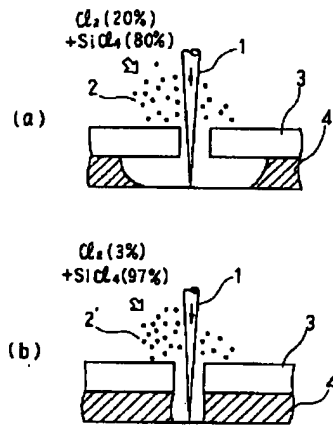
7
 極、
 ベ、
 バ、16…圧力計、
 流量制御バルブ、18…ガスノズル、
 19…反応生成物ディテクタ、20…ステージ、
 21…熱電対、22…ヒータ、
 23…冷却管、24…ガス
 供給コントローラ、
 25…試料温度測定
 器、26…試料温度コントローラ、
 27…

13…試料、14…ガスボン
 15…バッファチャン
 17…

8
 反応生物モニタコントローラ、28…全体制御コントロー
 ラ、
 29…XeF₂ガス、30…SiO₂保護
 膜、
 31…上層配線、32…層間絶縁膜、
 33…下層配線、35…マスフローコント
 ローラ、
 36…赤外線温度計、37…レーザ
 発振器、
 40…試料温度測定
 器、41…レーザコントローラ、
 W(CO)₆、43…W堆積膜、
 42…

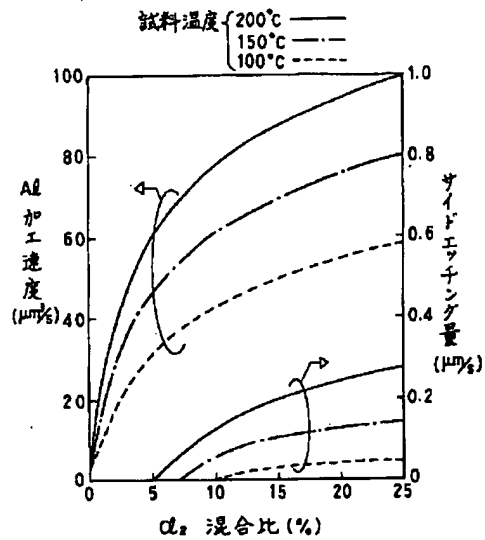
【図1】

図1



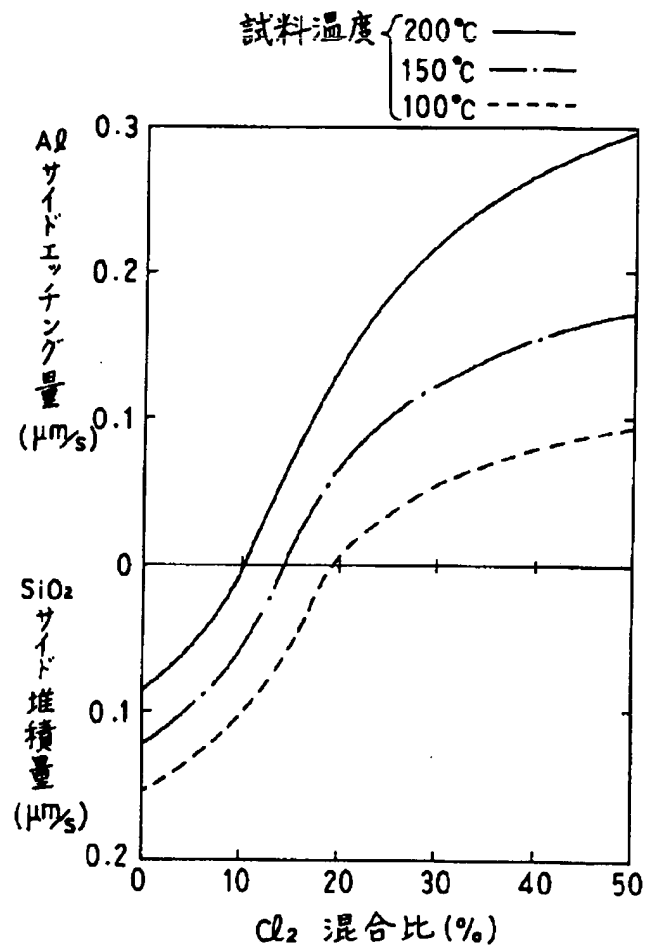
【図2】

図2



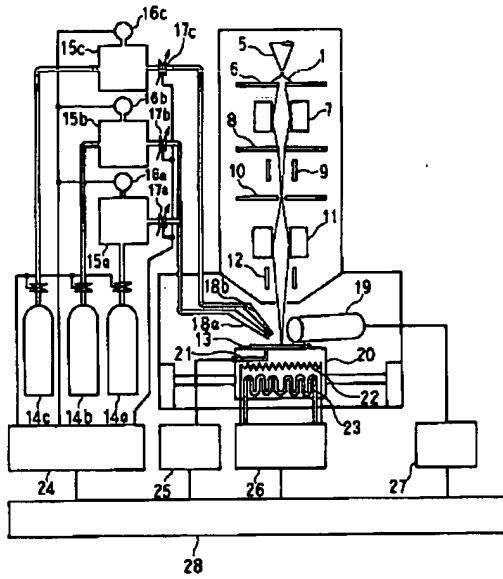
【図3】

図 3



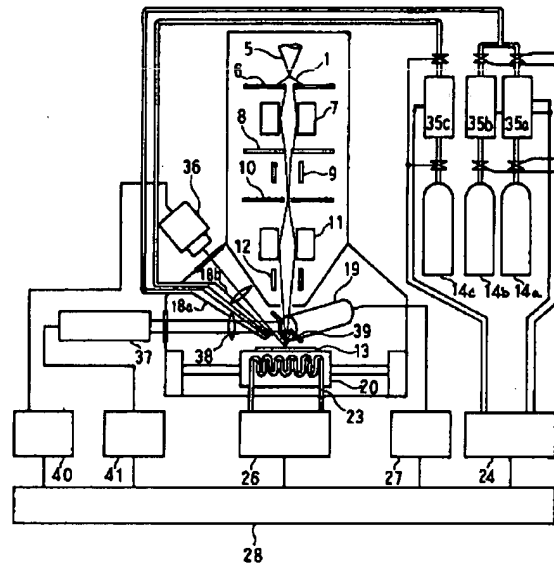
【図4】

図4



【図6】

図6



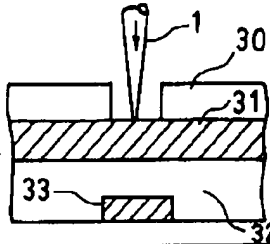
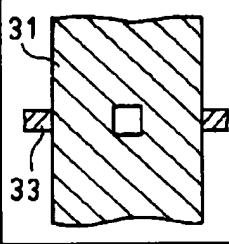
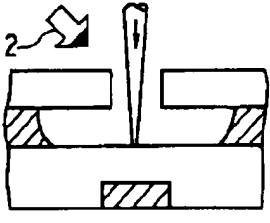
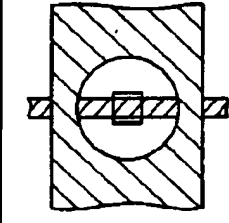
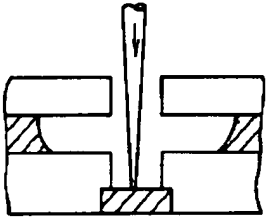
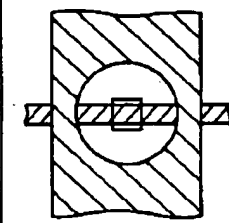
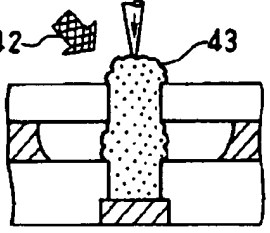
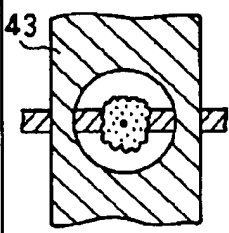
【図5】

図 5

	ガス種	加工部断面図	加工部平面図
a	XeF_2		
b	$\text{Cl}_2(20\%)$ + $\text{SiCl}_4(80\%)$		
c	XeF_2		
d	$\text{Cl}_2(3\%)$ + $\text{SiCl}_4(97\%)$		

【図7】

図 7

	ガス種	加工部断面図	加工部平面図
a	—		
b	Cl_2 (20%) + SiCl_4 (80%)		
c	—		
d	$\text{W}(\text{CO})_6$		

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁵

H 0 1 L 21/027

21/302

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 7353-4M